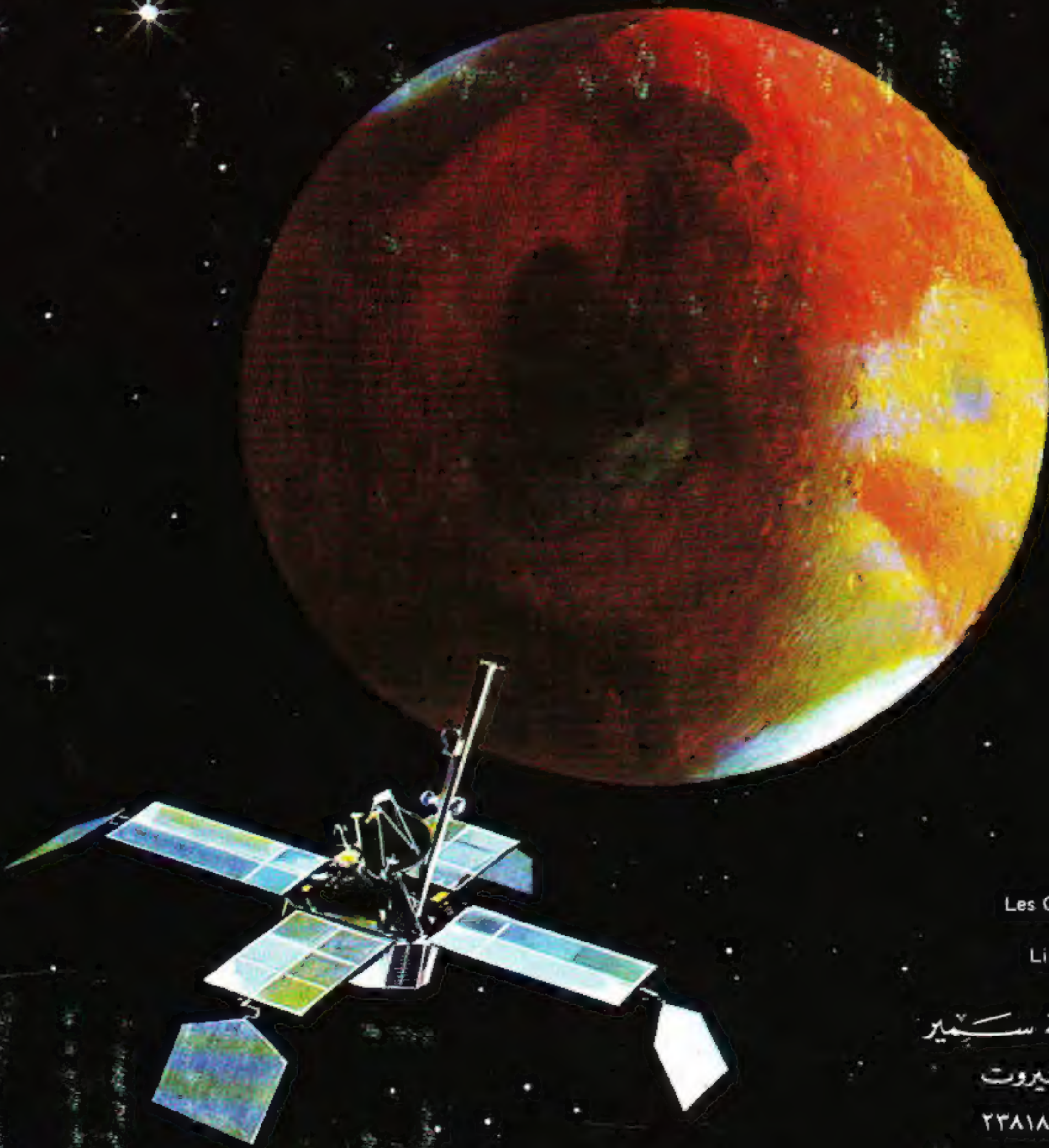


# سلسلة من كل علم خبير الاكتشافات الكبيرة

- الترنزستور والترنستورات
- الأجهزة الفضائية
- الأفران التي تتوهج فيها طاقة الشمس

٢٨

## من الذرة إلى الفضاء



Les Grandes Inventions  
F. Lot  
Librairie Hachette

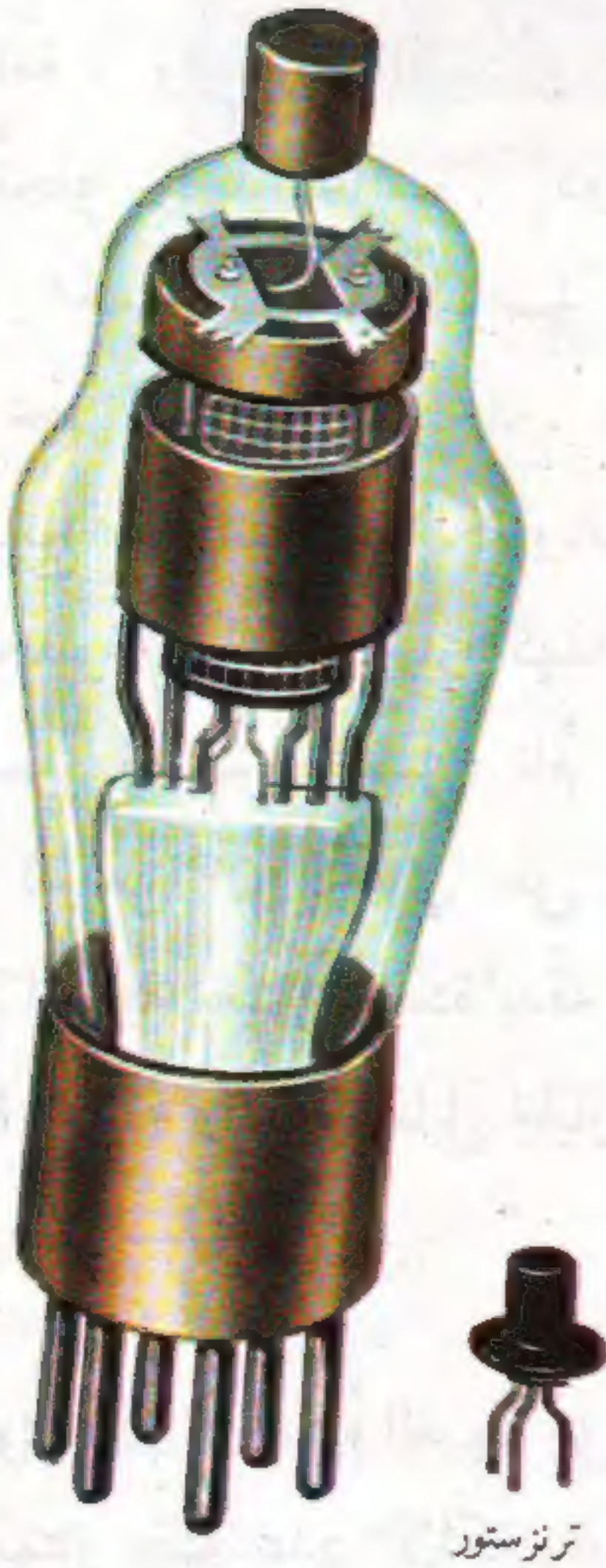
منشورات مكتبة سكيما

شارع عمرو - بيروت

تلفون ٢٣٨١٨١-٢٢٦-٨٥



# الترنزيستور والترنزيستورات



إن شاعتُ تسميةُ أجهزة الاستقبال اللاسلكية المحمولة (أجهزة الراديو)، باسم ترنزيستورات، فذلك من باب تسمية الكل باسم الجزء. ذلك أن هذه التسمية وُضِعَتْ، في الأصل، لتلك الأعضاء البالغة الصغر، التي لا يتجاوز حجمها حجم رأس الدبوس، والتي زُوِّدَتْ بها تلك الأجهزة، فأمكن تصغير حجمها. فالترنزيستورات الصغيرة هذه، التي حلت محل المصابيح الإلكترونية الكبيرة الحجم، السريعة العطب<sup>٢</sup>، المستعملة في الماضي القريب، تقوم بوظائف تلك المصابيح كلها، على أكمل وجه. فهي تستطيع أن تقوي التيارات، وتولد الذبذبات الكهربائية، وتؤمن وظائف التنعيم والتموج والتحرري.

تتألف الترنزيستورات من بلورات صغيرة من الجرمانيوم أو السيليسيوم، وهما عنصران

الى جانب الكاشف الموجات الكبير الحجم، السريع العطب، الذي كان يُستعمل بالأمس، ينتصب الترانزستور، هذا القزم المتين العنيد.



اتجاهاً معاكساً (الأرسنيك والانتيموان) .  
 فاذا وُزعت هذه الاجسام الغريبة بانسجام  
 في البلورة ، أمكن الحصول على اتصاليين  
 متعاكسين<sup>٣</sup> متعاكسي الاتجاه ، فكان  
 الترانزستور. أما البحوث ، ومحاولات الضبط  
 الخارقة ، المتناهية الدقة التي مكنت من  
 هذا الإنجاز ، فحدث عنها ولا حرج<sup>٥</sup> .

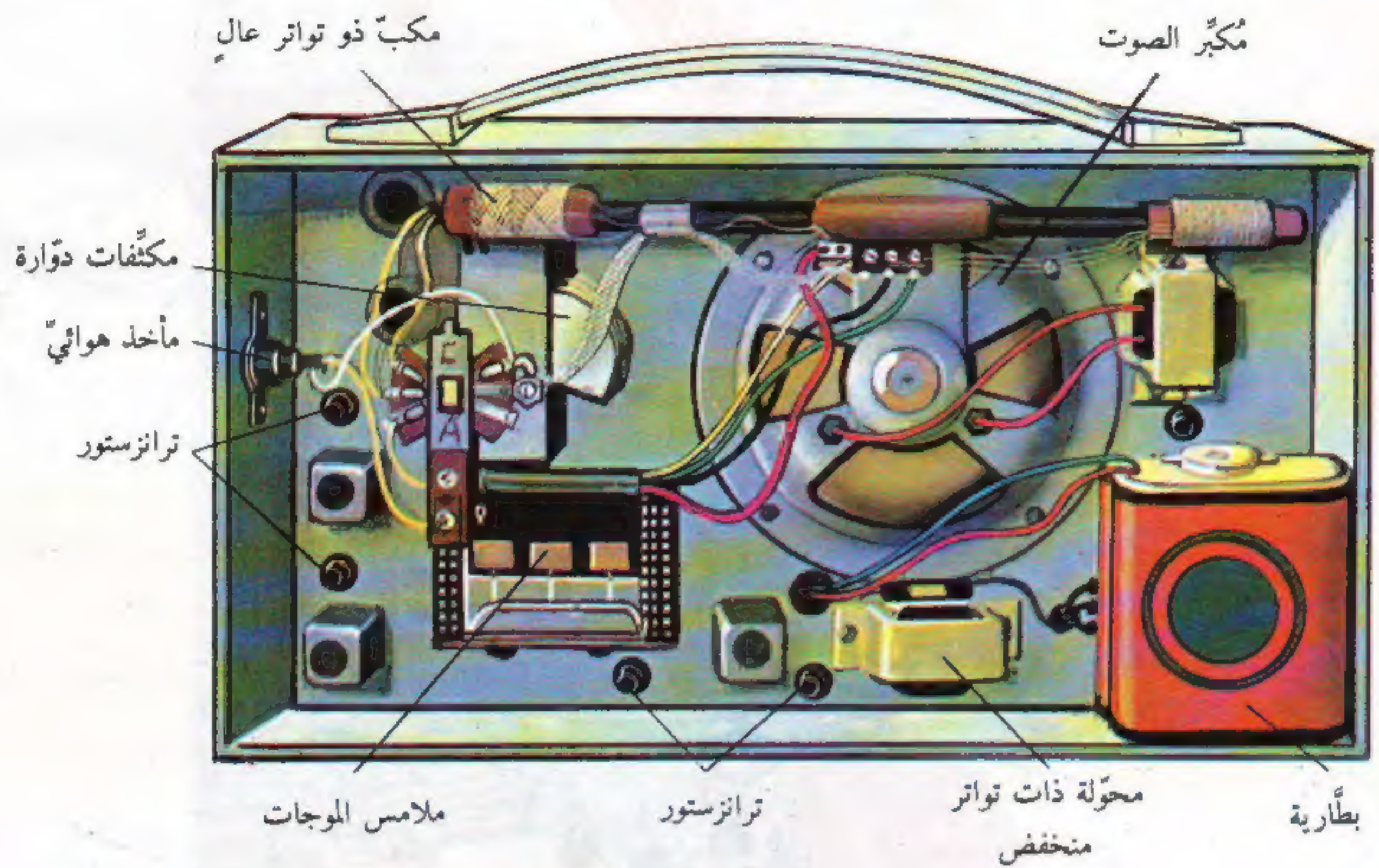


- يستطيع كل فرد من أفراد الأسرة أن يُصغي الى جهازه ،  
 إن شاء ذلك . فبفضل الترانزستور ، وبفضل الدوائر المطبوعة  
 التي حلت محل الأسلاك ، صغر حجم أجهزة الإستقبال الى  
 درجة بعيدة أحياناً .

نصف موصلين ، لأن توصيلتيهما الكهربائيّة  
 أخف من توصيليّة المعادن ، وأشد من  
 توصيليّة الأجسام العازلة ؛ وبتعبير آخر ،  
 لهذين العنصرين من الإلكترونات الحرة  
 أقل ممّا للمعادن ، وأكثر ممّا للأجسام  
 العازلة . أضف الى ذلك أنّهما يتمتّعان ،  
 مع سُلفور الرصاص الذي كان يُستعمل  
 لكشف الموجات أيّام الراديو ، بخاصيّة  
 ثمينة هامة ، وهي أنّ الإلكترونات تنتقل  
 فيها باتجاه واحد غالب ، دون آخر ؛  
 أي أنّ الجسم نصف التوصيليّ هو في  
 الواقع خطّ ذو اتجاه واحد ، ممّا يُوفّر  
 للتيار الناتج عن انتقال الإلكترونات اتّجهاً  
 مميّزاً محظوظاً . إلّا أنّ تياراً كهذا لا يظهر  
 في جسم نصف توصيلي تامّ الصفاء .  
 فلا بدّ له من أن يحتوي على نسبة من  
 الأجسام الغريبة معيّنة محدّدة بدقّة ، معدّلها  
 مثلاً ذرّة غريبة واحدة مقابل مليار ذرّة من  
 الجرمانيوم والسيليسيوم .

تكون هذه الأجسام الغريبة على نوعين :  
 بعضها يمتاز بقلّة عدد الإلكترونات المنتقلة  
 من القطب الإيجابيّ الى القطب السلبيّ  
 (الألومينيوم ، الغليوم ، والأنديوم) ؛  
 وبعضها يمتاز بكثرة الإلكترونات المتجّهة





فوق : جهاز استقبال محمول يستمدّ طاقته من البطاريات .

أُنجزَ الترانزستور الأول سنة ١٩٤٨ ، في الولايات المتحدة الاميركية ، في مختبرات « شركة بل تلفون » ، وذلك بفضل الجهود التي بذلها كلٌّ من « وليم شكلي » ، و « وُلتر م . براتن » و « جون بردين » ؛ ولقد مُنحوا جائزة « نوبل » للفيزياء سنة ١٩٥٦ .

للترانزستورات فضائل كثيرة : فهي صغيرة الجسم متينة ، لا تستهلك من الطاقة ، مع إنتاجها الكبير ، الآ التزّرع بالضمّ والتي تُعيدُ إليهم حاسة السمع .

القليل القليل ؛ وهي تعمل حالما يتّصل بها التيار - ألا يجيبُ جهازك حالما تديرُ مفتاحَ الوصل ؟ - ، وهي فوق ذلك كلّ ذات عمر طويل ( يفوق مئة ألف ساعة ) . لهذه الأسباب كلّها تُجهّزُ الترانزستورات ، لا أجهزة الاستقبال اللاسلكية والتلفزيونية فحسب ، بل الآلات الحاسبة الإلكترونية ، وعدداً كبيراً من الأجهزة الأخرى ، بينها مكبرات الصوت الدقيقة الخفيفة ، الخاصة بالصمّ والتي تُعيدُ إليهم حاسة السمع .





تحت : « الطوكي - ووكي » المستفيد هو أيضاً من صفات الترانزستور. إنه جهاز مرسل - لاقط ذو طاقة ضعيفة محدودة ، يسمح بالبقاء على اتصال مع أي شخص يحمل نظره ، ضمن نطاق معلوم ، ونطاقه هنا إحدى الورشات .

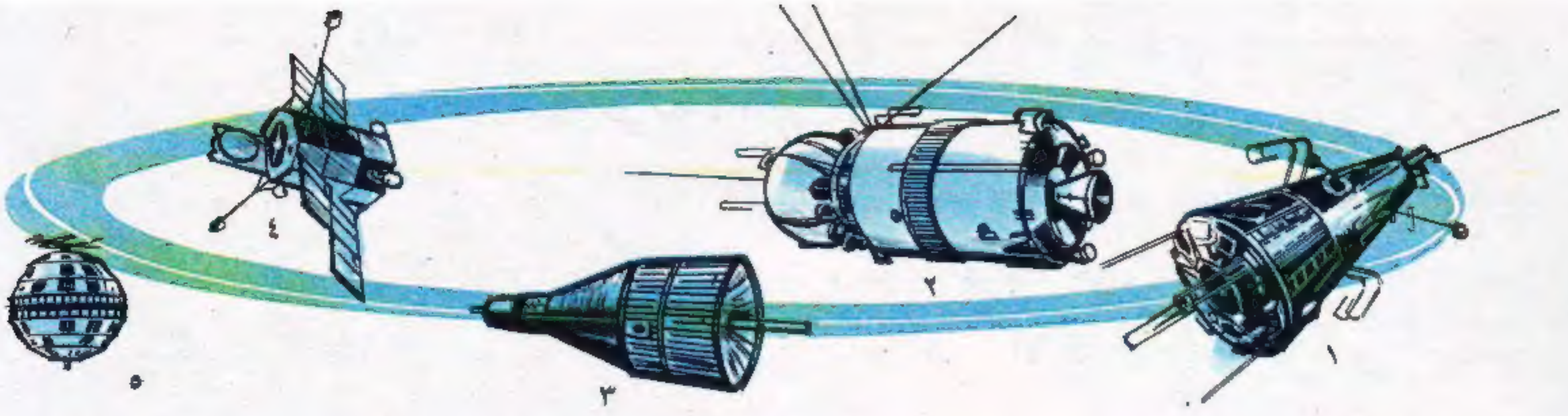
#### الأسئلة

- ١- ما هو المفهوم بكلمة ترانزستور عادة ؟
- ٢- ما هو الترانزستور في الواقع ؟
- ٣- ما هو العنصر نصف الموصل ، وما هي ميزته ؟
- ٤- ما هي عيوب المصابيح الإلكترونية العادية ؟
- ٥- ما هي فضائل الترانزستورات ؟
- ٦- أين ومتى أنجز الترانزستور الأول ؟
- ٧- كيف كوفيء مخترعوه ؟

#### التفسير

- ١- شاعت التسمية : انتشرت .
- ٢- السريعة العطب : السريعة التأذي .
- ٣- متعاقبين : متلاحقين .
- ٤- الإنجاز : مصدر أنجز العمل : حققه .
- ٥- حدث ولا خرج : حدث ولا تحف مبالغة .
- ٦- الطاقة : القوة .
- ٧- التزُّر : الكمية الضئيلة القليلة .





١. سبوتنيك ٣ ، من مجموعة الأجهزة التي أطلقها الاتحاد السوفياتي ، وأولها سبوتنيك ١ الذي افتتح عهد الأقمار الاصطناعية . حلّ محل هذه المجموعة مجموعة «كوزموس» الطويلة .
٢. فوستوك ، أول عربية فضاء سوفياتية .
٣. كبسولة جيميني ٧ الاميركية التي نجحت في تأمين أول لقاء في الفضاء .
٤. قمر اصطناعي أمريكي خاص بمراقبة الأحوال الجوية .
٥. تيلستار ، قمر أمريكي للمواصلات البعيدة المدى .

## الأجهزة الفضائية

نستطيع أن نقول : إن الملاحه الفضائية الحقة قد وُلدت عام ١٩٦٩ مع أبولو ١١ ، تلك العربّة الفضائية الآهله التي أطلقها الأميركيون ، والتي مكّنت اثنين من طاقمها<sup>٢</sup> الثلاثي ، هما «أرمسترونغ» و«ألدرن» ، من الهبوط على القمر ودّوس سطحه ، فيما بقي الرائد الثالث «كولنز» في العربّة الأم ، الموضوع في مدار<sup>٣</sup> مُنخفض ، ينتظر عودة رفيقه على متن «العربة القمرية» ل. ي. م. ( L. E. M. ) .

أمّا الجهاز الذي فتحَ الفضاء ، فهو الصاروخ الذي عُرف ، منذ آلاف السنين ، بشكل السهم الناري ، والذي طُوّر إلى حدّ بعيد . وأوّل ما كُلف به الصاروخ ، عندما صار قادراً على حمل الأجهزة إلى ما وراء طبقات الجوّ الكثيفة ، أن يضع الأقمار حول أرضنا .

كان أوّل هذه الأقمار الاصطناعية «سبوتنيك» الأوّل ، الذي أطلقه السوفيات ،



في ٤ تشرين الأول ١٩٥٧ ، وكان وزن ٨٠ كيلوغراماً : دار حول الأرض ١٣٥٠ دورة ثم انحلّ . في ٣١ كانون الثاني ١٩٥٨ ، وَضَعَ الصاروخُ جوبيتر القمرَ إكسبلورار الأول في مداره ، فكان أولَ قمر اميركيّ ، إلا أنَّ وزنه لم يتعدَّ ١٤ كلغ . في ٣ كانون الأول ١٩٥٧ ، حملَ سبوتنيك الثاني الكلبة « لايكا » ، وبعدَ ذلك بدأ عهدُ الرِّحلات البشرية الأولى . ففي ١٢ نيسان ١٩٦١ ، دار السوفيّاتيّ « يوري غاغارين » حولَ الأرض ، في ١٠٨ دقائق ، على متنِ عربةٍ من طراز « فوستوك » ، وعاد إلى الأرض .

في مطلع العام اللاحق ، كان دورُ الأميركيّ « جون غلين » الذي أُطلقَ في كبسولةٍ مركوري ، ودار حولَ الكرة الأرضيّة ثلاثَ دوراتٍ كاملة ، قبل أن يهبط في مياه المحيط الهادي .

وما أكثر الأحداث التي تلاحقت في الفضاء منذُ ذلك التاريخ ! فلقد صوّر سطحُ القمر عن كثب ، حتّى في جهته المتوارية ، ووُضعت على سطحه آلاتٌ وآلات ! نُظِّمت رحلاتُ بطاقم من رائدَيْن ، ثم بطاقم من ثلاثة رُواد ؛ ثم نُظِّمت

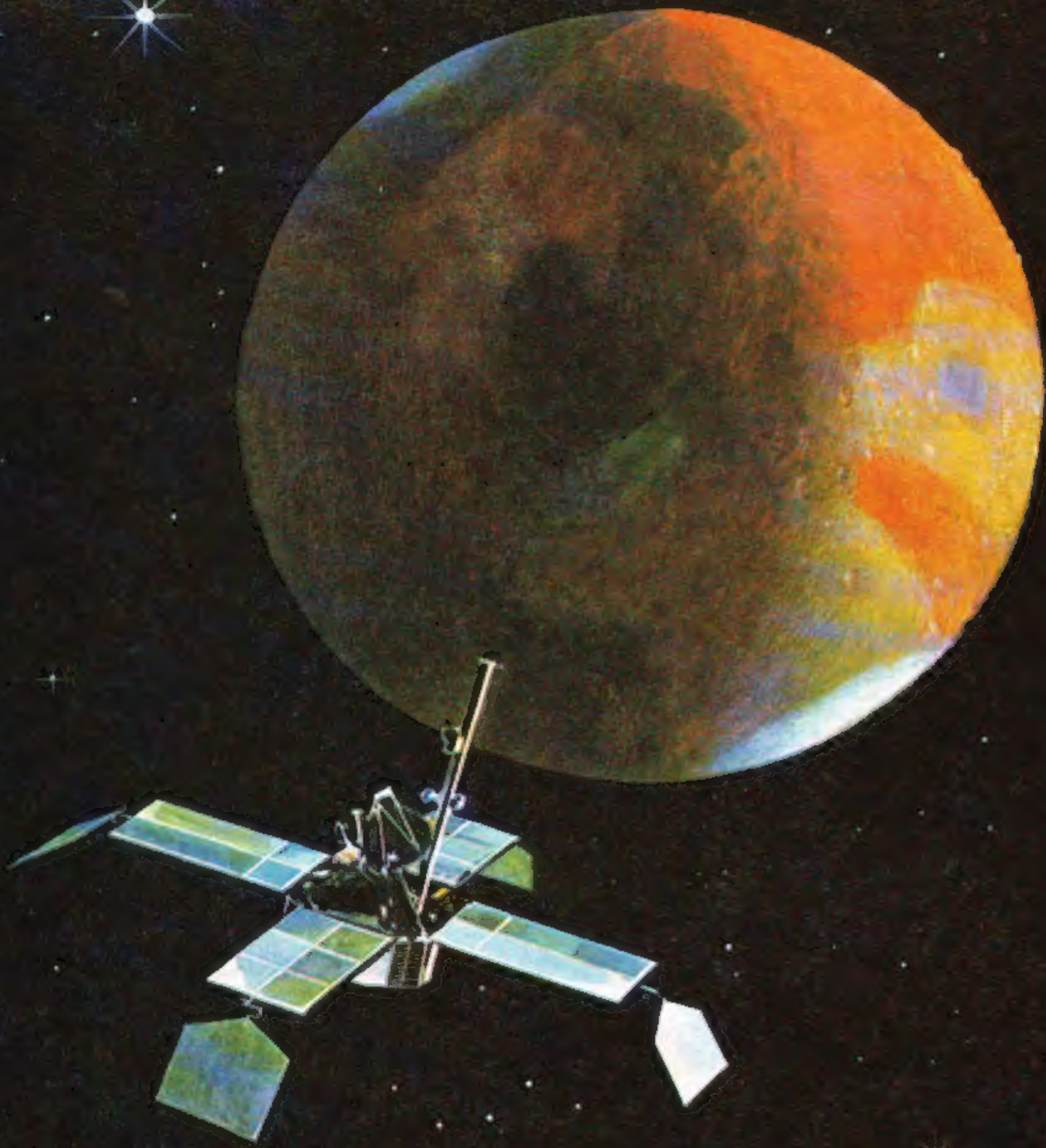
في الفضاء لقاءاتٌ ومواعيدٌ وعملياتُ التحام بين المركبات الفضائيّة ؛ و« سار » الرّوادُ في الفضاء خارجَ عرباتهم ؛ وقامَ الاميركيّون بدورةٍ كاملة حول القمر ، قبل أن يحققوا إنجازهم الأكبر ، بالهبوط على سطحه والسير على ترابه .

هذا ، فيما بلغت المسابِرُ الفضائيّة كوكبيّ الزهرة والمريخ . وتكاثرت الأقمار الاصطناعيّة ، بدخول فرنسا واليابان والصين عالمَ الفضاء ، وإن لم يبلغ إشرافُ هذه الدُول إشرافَ شقيقتيها الكبيرتين . يكفينا أن نذكر ، في هذا المجال ، أن أقمار كُزموس السوفيّاتيّة تُعدُّ اليومَ بالمئات ...

الواقع أن الأقمار الاصطناعيّة تُشكّل معدّاتٍ لا تُثَمَّنُ ، في دراسة أحوال الجوّ العالي ، والمناطق التي تتعدّاه . إنّها تسمحُ بتسجيل الإشعاعات الشمسيّة والكونيّة المختلفة على حقيقتها ، كما تسمح بقياس كِلا الحقلَيْن الأرضيّين : المغنطيسي والكهربائيّ .

لما غدت الأقمار الاصطناعيّة مأهولةً ، سمحت بتحديد ما يُمكن أن تكونَ عليه شروطُ الحياة في عربةٍ مُحَكَّمة الإقفال ، معزولةٍ عن الجاذبيّة ، كما سمحت بالخروج إلى الفراغ الفضائيّ .





« مارينر ٤ » الأمريكي ، أول جهاز أرسل في اتجاه المريخ ( ١٩٦٥ )  
فمرَّ على بعد ١٠ ٠٠٠ كلم منه ، ثم سلك مداره حول الشمس .

ثمَّ تَخَصَّصَت الأقمار : فَأُفِرِدَ بعضها للترحيل<sup>٧</sup> ، فَأَمَّنت الاتصالات اللاسلكية  
للرحلات العلمية البحتة<sup>٦</sup> ؛ وَخُصِّصَ بعضها والبرقية والتلفزيونية بين طرفي المحيط



الأطلسي ، وخصّص بعضها لمراقبة الأحوال الجوية ، فصوّرت أجهزته تنقل مجموعات الغيوم فوق سطح الكرة الأرضية . وأخيراً لعب بعضها ، ولا يزال يلعب على الصعيد العسكري ، دوراً هاماً ، فمثل هذه الأقمار قادر على مراقبة سطح الكرة الأرضية باستمرار ، وعلى تحري الأشعة تحت الحمراء التي ترسلها محرّكات الصواريخ

العابرة القارّات ، كما أنّها قادرة على حمل القنابل الحرارية النووية ، في اتجاه أيّ هدف .

وهكذا ، تحت شعار فتح الفضاء ، وهو أكبر مغامرة بشرية ، كانت الأقمار الاصطناعية ، كأكثر المخترعات الأخرى ، أداة تصلح للشر كما تصلح للخير .

#### الأسئلة

- ١- متى وُلدت الملاحّة الجوية ؟
- ٢- مَنْ هو أول إنسان داس سطح القمر ؟
- ٣- ما الذي مكن من إطلاق الأقمار ؟
- ٤- مَنْ أطلق أول قمر اصطناعي ؟
- ٥- أذكر أهمّ مراحل فتح الفضاء .
- ٦- أذكر بعض أنواع الأقمار .
- ٧- ما هي الخدمات التي يقدمها التلستار ؟

#### التفسير

- ١- عربية أهلة : مسكونة ، تحمّل بشراً .
- ٢- طاقم العربية أو الطيّارة : مجموعة العاملين في قيادتها وخدمتها .
- ٣- مدار القمر : الخط الذي يسلكه في دورانه .
- ٤- طَوَّر يُطَوِّر : حَسَّن .
- ٥- المسابير : جمع مِسْبَر : جهاز قياس ودرس .
- ٦- البحث البحتة : الصافي ، الخالص .
- ٧- الترحيل : استلام الصوت أو الصورة وإرسالها من جديد .



## الأفران التي تتوهج فيها طاقة الشمس



فوق: لا تلبث الورقة أن تشتعل إذا سلطَ عليها محراقُ عدسة  
موجَّهة لأشعة الشمس.

رأينا ، يوم تحدثنا عن النار ، أنَّ خصائص  
المرايا المجمعة عُرِفَت في زمنٍ مُبكرٍ.

هكذا تبين لنا أنَّ الإنسان فكَّر ، منذ  
زمن بعيد ، في استخدام الطاقة<sup>٣</sup> التي  
توفرها الشمس استعمالاً مباشراً ، إلا أنَّ  
المسألة لم تُعالجْ مُعالجةً علميةً بالمعنى  
الصحيح ، إلا في وقتٍ متأخرٍ. ففي  
القرنين السابع عشر والثامن عشر ، لُجِيَءَ  
إلى مرايا « متوهجة » مختلفة النماذج ،  
لغاياتٍ إختباريةٍ ، وهكذا تمكَّن العلماء  
« كسيني » و « بوفون » و « لافوازييه » ،  
من إذابة بعض المعادن ، بالاعتماد على  
الإشعاع الشمسي وحده .

مَنْ لَمْ يَلَهُ بإشعال قِصاصَةٍ من الورق  
الخفيف ، أو ذخيراً ، بواسطة عدسة ؟  
فالعدسة قادرة على أن تُركِّز حرارة الشمس  
في نقطة معينة هي البؤرة أو المحراق ،  
فتحميها حتى درجة الاشتعال . مثل هذه  
العدسة المُجمعة<sup>٢</sup> ، كان يُستعملُ في تفجير  
المدفع الصغير المنصب في حدائق القصر  
الملكي في باريس ، مع حلول الظهر...

ويقال إنَّ أرخميدس قد استطاع ،  
في العصور القديمة ، ومن على بُعد ،  
أنَّ يُضرم النار في الأسطول الروماني  
الذي كان يُحاصر سرقوسة ، وذلك بواسطة  
مرآته المتوهجة التي يُعتقد أنَّها كانت  
تتألف من مرآة مُجمعة سداسية الشكل ،  
مركبة من عدَّة مرايا مجموعة . ولقد



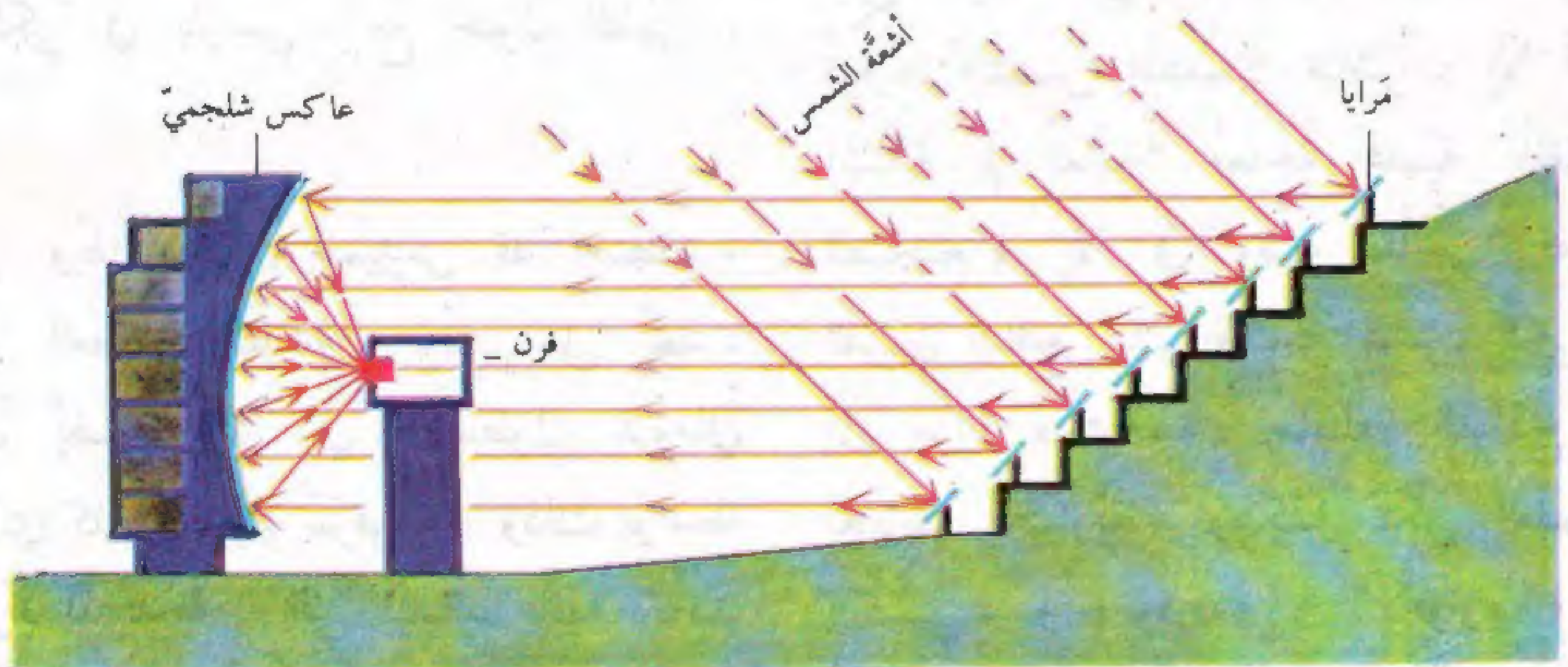
وفي أيّامنا الحاضرة توفّرت إمكانيات جديدة ، مع ظهور المرايا الشلجميّة الكبيرة ، المتقنة الصنع التي هيئت لأغراض الدفاع الجوي .

إذا أُريدَ لحزمة النور المنبعثة من مصباح كاشف أن تذهب بعيداً ، وجب ألاّ تتبعثر أشعتها : أي وجب أن تكون هذه الأشعة متوازية في ما بينها لدى الإنطلاق ، الأمر الذي تقوم به ، على أكمل وجه ، المصابيح الكاشفة الحديثة ، التي يحتلّ بُورتها منبع للنور ساطع دقيق . والحال أن النقيض صحيح ؛ فحزمة الأشعة المتوازية ، إذا استقبلتها المرآة بشكل مناسب ، تجمعت في بُورتها . وفي ما

يتعلّق بالشمس ، فإنّ ما يتكوّن في المرآة هو صورة عن الشمس صحيحة قويّة ، أو قلّ هي شمسٌ مُصَغّرة حارّة للغاية .

إنطلاقاً من مبدأ الانعكاسيّة هذا ، وضع الأستاذ « فيليكس ترومب » تصميم القرنين الشمسيّين العملاقين - وهما أكبر أفران العالم - وقد بناهما واحداً بعد آخر ، في فرنسا ، في جبال البرانس الشرقية الحسنة التعرّض للشمس . بُني الأول في « جبل - لويس » ، وبُني الثاني - وهو الأكبر - في « أو ديلو » .

يشمل كلّ منهما « مَوْجّها » ، أي جهازاً متحرّكاً من المرايا ، يتبع حركة الشمس بطريقة آليّة ، ويعكسُ أشعتها



رسم بياني لفرن شمسي .





والستون ، والتي تشكّل بمجملها الموجة الذي يتبع الشمس آلياً في حركتها . في القسم الأمامي ينتصب بناء القرن الذي يفتح لبؤرة العاكس أو يحرقه ، من الناحية الثانية .

العاكس الشلجمي الضخم المقام في «أوديلو» ، في جبال البرانس الشرقية ، بصفائه الزجاجية البالغ عددها ٩٠٠٠ . ويرى هكذا من الدرجات التي أقيمت عليها المرايا الثلاث

منها ٤٥ متراً مربعاً ، وسُتِفَت بعضها فوق بعض في ثماني طبقاتٍ مُتدرّجة ، حتى لا يُظَلَّل بعضها بعضاً . أمّا المراة الشلجمية التي تواجه العاكس فتحملها واجهة بناءٍ ضخمة ، وهي مؤلفة من تسعة آلاف صفيحة من الزجاج المسقي المنحني . وأمّا القرن القائم في بناءٍ مستقل ، فيستحيل

على عاكس شلجمي ثابت ، يركّز الطاقة التي يتلقاها في بُورته ، حيث يكون القرن . إنّ مركز «أو ديلو» لمهيب حقاً . فمساحة عاكسه تبلغ ٢٨٣٥ متراً مربعاً . ولما كانت هذه المساحة أوسع من أن تُصنَعَ من قطعة واحدة ، جُرِئت ثلاثاً وستين مرآةً مُسطّحةً مُركّبةً ، تبلغ كلُّ



في أثناء الإختبارات مظلة عجيبة سلط عليها تيار بقوة ١٠٠٠ كيلو وات ...  
أهم حسنات الأفران الشمسية ، أنها توفر حرارة « صافية » لا يشوبها<sup>٧</sup> أي تلوث<sup>٨</sup> كيميائي ، مما يشكل فائدة هامة جداً ، بالنسبة الى عدد من البحوث المختبرية ، وبالنسبة الى عدد من التطبيقات الصناعية .

#### التفسير

#### الأسئلة

- ١ - ذخير : كبسولة يحدث انفجارها شرارة تولع البارود .
- ٢ - العدسة المجمعة : عدسة مقعرة تجمع الأشعة في بؤرة .
- ٣ - الطاقة : القوة ، مثلاً ( الطاقة الحرارية ) .
- ٤ - عالج مسألة : درسها .
- ٥ - مرآة شلجمية : مرآة مقعرة .
- ٦ - النقيض : العكس .
- ٧ - شاب يشوب : عاب يعيب .
- ٨ - تلوث : إتساخ .
- ١ - هل حاولت مرة أن تشعل ورقة ، بواسطة عدسة مكبرة ؟
- ٢ - كيف تفسر ما يحدث ؟
- ٣ - كيف أحرق أرخميدس الاسطول الروماني ؟
- ٤ - متى تذهب حزمة النور الى مسافة أبعد ؟
- ٥ - أين بنى « فيلكس ترومب » فرنه الشمسيين ؟ ولماذا ؟
- ٦ - كم قسماً يشمل الفرن الشمسي ؟
- ٧ - كيف تعمل أجهزة الفرن الشمسي ؟



## ولادة حضارة

- ١ - من الحجر المقطوع إلى مكائن الصناعة ذات الذاكرة • السيطرة على النار • ولادة الكتابة
- ٢ - الزجاج مادة شفافة • التولاب جهاز نقل • طائرة الورق • أكثر من لعبة بسيطة
- ٣ - آلات قياس الوقت • الورق • طية الفكر • الطرق • سبل اتصال بين الشعوب
- ٤ - السيطرة على المعادن • المرأة • من دنيا التبرج إلى دنيا العلم • رهط ذاتيات التحرك
- ٥ - من النظارتين إلى المنظار إلى المقراب • السهم الناري يصبح آلة تمزيق الأرض • الصابون والظفات المناسة

## التقنية تقوم بأول تحدياتها الكبيرة

- ٦ - الطعنة المائية والطعنة الهوائية • البارود • الطباعة من عهد غوتنبرغ إلى ... غدر
- ٧ - الأسلحة النارية عدة هلاك • البوصلة • طرق الكشف • في طقم الفرس • خلاص للملاحين
- ٨ - "دولاب بسكال" • هذه الآلات الحاسبة الإلكترونية • من المظلة إلى الدبابة • آلات إمداد الفراغ
- ٩ - التحرك على وسادة من هوار • الحجر في سيطرته على المناهي الصفر • ميزان الضغط

## من الحرف اليدوية إلى الصناعة

- ١٠ - الآلة البخارية • من الركب البخارية الأولى إلى السفن الحديثة • من "السمفاة" إلى "الصاعقة"
- ١١ - المروحة والطلاق المدلعة • من حربة "كونور" البخارية إلى ستارتنا • غاز الإضاءة ...
- ١٢ - الآلات الإلكترونية • "شارب" • "فرنكلين" • من المنظار إلى الباليونات الفضائية
- ١٣ - تلفاز "شاپ" • من النسخ البدائي إلى نول الحياكة • الدبابة الأولى وذريبتها
- ١٤ - بطارية "فولتا" • عيدات الثقاب • السكة الحديدية والقاطرة البخارية
- ١٥ - "لينيك" و "الستينكوب" • ألعاب المحفزات التي تعتمد بالليارات • التربينات في العمل
- ١٦ - التلفاز الكهربائي مخترع ريتام ... آلة الحياطة • عذسة التصوير تنفتح على كل شيء
- ١٧ - لوحة الألوان المركبة • المحرك المتفجر يجهز مدربين السيارات • التبليج المخدر

## العالم يُبدل معالم وجهه

- ١٨ - الديناميت للسر والضرار • حفرة آبار النفط • من الآلة الكاتبة إلى الطباعة الإلكترونية
- ١٩ - صناعة البذر • الدينامو مولد التيار والمحرك الكهربائي • من السيلولويد إلى اللدائن
- ٢٠ - البكردينامي يضع مكتبة في حقيبة • الكلام المنقول في سلك • التزام والقاطرة الكهربائية
- ٢١ - سلسلة البذر • أديسن والمصباح الكهربائي • من الفونوغراف الهادي إلى الإلكترونيات
- ٢٢ - حجرة الهواء وأجهزة المطاط • عصر الحديد في البناء • انبوب أشعة إكس يقهر الكثافة
- ٢٣ - من الفلمستكوب إلى السينما سكوب • تسجيل الأصوات والصور • وطرايط تخفق بالأمال الرعدة
- ٢٤ - محرك ديزل مخترع من قدامه • الاتصالات البعيدة التي تنقل على موجات الأثير • البليستوغراف
- ٢٥ - زجاج لا يجرح • آلات توليد العواصف • الصور السريعة على الشاشة الصغيرة

## من الذرة إلى الفضاء

- ٢٦ - اكتشافات الجزيئات الدقيقة • الرفعة الذرية • المحرك الإلكتروني عين قادرة على رؤية الغيوب
- ٢٧ - الرادار الساهر • من الأبنيق القديم إلى أبراج مصابي النفط العالية • المفاعل النووي
- ٢٨ - الترنزستور والترنستورات • الأجهزة الفضائية • الأفران التي تنهض في طاقة الشمس

أرسل القرن الثامن عشر علم الكهرباء ، وأطلق أول السفن البخارية ،  
والمناطيد والقواصات الأولى . وشاهد القرن التاسع عشر الثورة الصناعية  
بفضل البخار والكهرباء والآلة ، فيما تكاثرت الاختراعات من كل نوع :  
من القاطرة والسكة الحديدية الثقابة ، ومن التلفاز إلى التصوير  
الشمسي ، ومن الدراجة إلى التربية ...

تأليف : ف. ف. صوت  
رسوم : ب. ب. بروبست  
ترجمة واعداد : سهيل سمّاحة